

文章编号:1001-1986(2001) 05-0049-03

炮点位置偏离对叠加的影响及其校正方法

王 辉,刘天放 (中国矿业大学资源与环境科学学院,江苏 徐州 221008)

摘要:在地震勘探过程中,由于地形、设备、人员疏忽等因素,不可避免地出现某些炮点的实际位置与最终输入到计算机建立空间属性的位置有所偏离。这不仅影响到静校正、动校正的精度,更重要的是影响了抽道叠加,使来自地下不同反射点的信号叠加在一起,导致错误的结论。本文对炮点位置偏离对叠加的影响作了具体的分析,并介绍了炮点位置检查和校正的方法,这对地震勘探信号的精确处理有一定意义。

关键词:地震信号处理;炮点;叠加;位置校正

中图分类号:P631.4⁺2 **文献标识码:**A

1 引言

在地震资料处理流程中,建立准确的空间属性是进行其他一切处理的前提。但在野外施工中,由于受地表条件的限制,某些炮点、检波点的位置坐标无法精确测定,或炮点和检波点不能正常布设,致使这些物理点的实际位置与设计位置有所偏离。另外从野外测量施工到最终输入计算机建立空间属性之间有多个环节,如测量定点、钻井与放线施工、野外记录、室内整理及输入计算机等,某一个环节如果出现偏差或失误,将会导致个别输入计算机的炮点、检波点的位置与实际位置不符。这不仅影响到动校正和叠加的精度,有时甚至会导致错误的结论。因此在常规处理之前,必须对输入计算机的炮点、检波点的位置进行检查和校正。

由于检波器小巧轻便,比较容易布设到位,野外检波线的布置也比较连续紧密,且当检波器铺设好后,在同一个接收排列内,检波器基本保持不动。因此野外施工中,检波器位置出现偏差的几率较小,并且也较容易检查纠正。本文主要针对炮点位置发生偏离的情况进行讨论。

2 炮点位置偏离对叠加的影响

首先,炮点位置偏离使动校正产生误差。当炮点、检波点位置准确时,经动校正后,原为双曲线的反射波同相轴被拉成水平;如果炮点、检波点的位置出现偏离,则动校正后同相轴不能被拉平,因此也不能进行同相叠加。炮点、检波点位置偏差引起的动校

正量误差如表 1 所示,其中 T_0 为各目的层的垂直反射时间, V 为平均速度, Δt 为位置偏差的距离, Δt 为动校正量误差。要获得质量较好的地震叠加剖面,炮检位置偏差引起的动校正量误差应小于反射波主周期的 1/6 或 1/8。如 $T_0=500\text{ ms}$ 时,反射波主周期为 20 ms,则动校正量误差应小于 3 ms,也即炮检点的位置偏差应小于 107 m。对目的层在 300~600 ms 之间的煤田资料来讲,炮检点位置偏差在 80 m 以内,其导致的动校正量误差基本在 3 ms 以内,从时间上讲不会影响同相轴叠加。但动校正误差使叠加后的分辨率降低,波形改变。R E Sheriff 很早就指出:叠加道之间相差 $\pm 2\text{ ms}$ 左右就会构成一个 62 Hz 的高截滤波器;如果在 $\pm 1\text{ ms}$ 左右,也会使 125 Hz 以上的信息受到损失。因此,由于动校误差的存在,虽然叠加仍然可以使信号增强,但其分辨率会大大降低。

其次,炮点位置偏离使共中心点道出现紊乱。共中心点抽道是水平叠加技术的基础,当炮点、检波点位置出现偏离时,偏离的每一道都参与了错误的共中心点叠加。并且它对抽道叠加的影响不随目的层

表 1 炮点位置偏离对动校正量的影响

T_0/ms	$V/\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\Delta t/\text{m}$				
		20	40	60	80	100
$\Delta t/\text{ms}$						
200	1 700	0.35	1.38	3.09	5.46	8.47
400	1 800	0.15	0.62	1.39	2.46	3.84
600	1 900	0.09	0.37	0.83	1.48	2.30
800	2 000	0.06	0.25	0.56	1.00	1.56
1000	2 100	0.05	0.18	0.41	0.73	1.13

收稿日期:2000-12-20

作者简介:王辉(1971-),女,山东潍坊人,博士研究生,地震资料处理与解释。

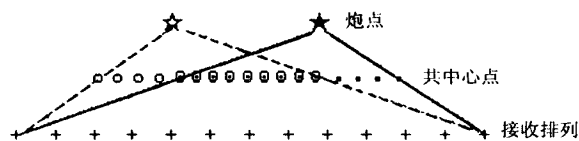


图 1 炮点位置偏离对 CDP 抽道的影响

★——炮点的实际位置；☆——炮点的偏离位置；+——接收点位置；
■——CDP 实际位置；□——CDP 偏离位置；□——重合 CDP 位置。

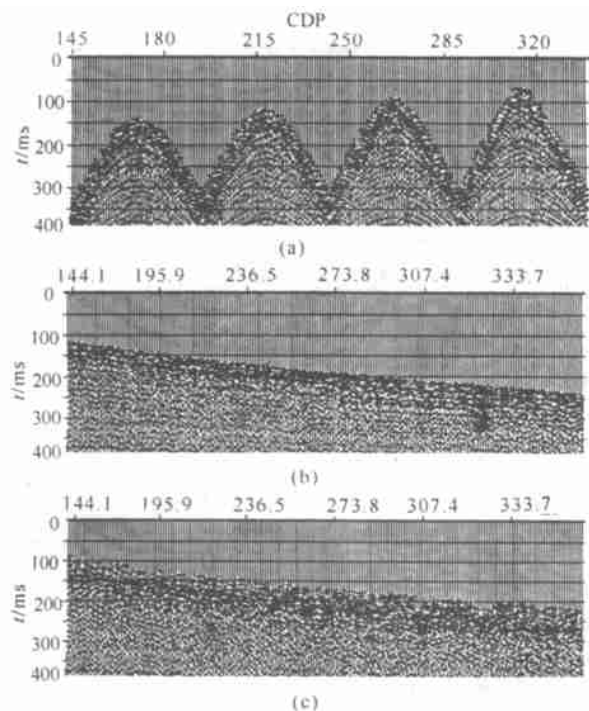


图 2 未经线性初至拉平的单炮地震记录

a——按道显示的原始单炮地震记录；
b——按偏移距显示的单炮记录(炮点位置准确)；
c——按偏移距显示的单炮记录(炮点位置偏离)。

的深浅而改变,对于垂直反射时间在 100 ms 和 1 000 ms 处的目的层,其抽道误差均为偏差距离的一半,即偏离 $[\Delta x/2 (\Delta x)]$ 个 CDP (Δx 为 CDP 的间距)。图 1 所示为炮点向左偏移了 8 个 CDP 的情况,参与叠加的道普遍向左偏移了 4 个 CDP。当地下界面水平且没有构造时,这种偏差对叠加影响不大,但当地层存在倾角或在该接收排列内有构造时,这种偏差将会造成很大的误差。因为目前地震勘探的记录道数较多,往往有几百道甚至上千道,如果炮点位置出现偏离,将使该炮集内的所有道参与 4 个错误的抽道叠加,这很可能会导致错误的结论,如剖面上出现一些与实际情况不符的孤立断点等等。

3 炮点位置检查

通过在计算机上对已加载空间属性的单炮记录进行逐炮显示,可以进行炮点位置检查。图 2a 为按道显示的单炮记录,以这种方式不论炮点位置是否

准确,其显示面貌是一致的,因此很难由此判断出炮点位置是否偏离。图 2b、c 是按偏移距显示的单炮记录,当炮点位置准确时,单炮记录的初至会比较整齐规则(图 2b);而当炮点位置有所偏离时,单炮记录的初至则比较乱(图 2c)。以这种方式显示可以较直观地判断出炮点位置是否偏离,但它不利于时差的直接估算,并且按偏移距显示打乱了原来的接收序列,受地形的影响比较大。

单炮记录经线性初至拉平后按道显示是一种较为有效的炮点位置检查方法。常用的地震勘探资料处理软件中一般都有相应的线性初至拉平模块 (Linear Moveout Correction), 输入勘探区地表的大致速度,如果炮点位置与实际位置相符,经线性初至拉平后单炮记录的初至接近水平(图 3a);当存在偏差时,则会出现图 3b 所示的阶梯状(中点放炮),或图 3c 所示的斜坡状(端点放炮)。当然由于地形或地表速度变化的影响,也会出现初至不能被拉平的情形,但它一般不会像图 3b、c 所示的那么规律,并且这种因素也可以根据道头显示的高程信息或已了解的区域速度信息予以排除。

4 炮点位置校正

在通过上述方法判定出炮点位置出现偏离的记录之后,就可通过迭代算法或经验估算法对其进

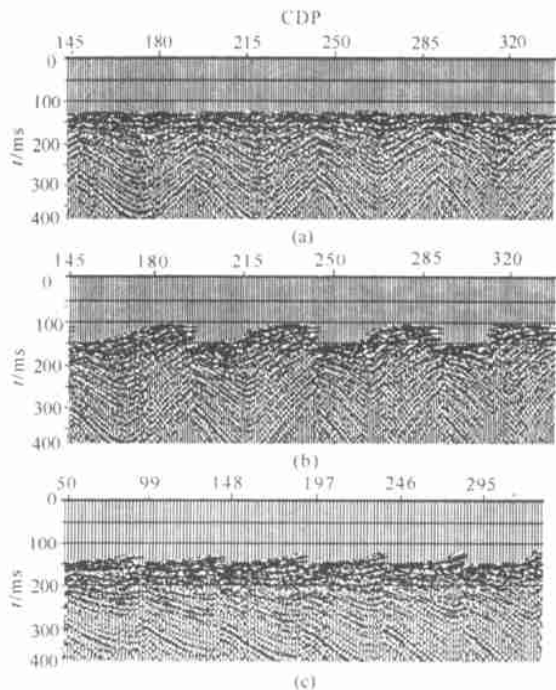


图 3 经线性初至拉平后按道显示的单炮地震记录

a——炮点位置准确的线性初至拉平单炮记录；
b——炮点位置偏离的线性初至拉平单炮记录(中点放炮)；
c——炮点位置偏离的线性初至拉平单炮记录(端点放炮)。

行校正, 具体做法如下:

4.1 迭代算法

由于目前三维地震勘探的记录道数和叠加次数都比较高, 可以充分利用单炮记录的初至信息对炮点位置进行校正。首先拾取已知炮点位置较准确的单炮记录的初至时间, 然后根据炮检距与初至时间的关系, 确立一条该地区标准的初至时距曲线的逆曲线。例如, 对于每一线单炮地震记录 S_i , 我们用计算机自动拾取各道的初至时间 $t_{i,j}$, 并计算炮点到检波点的距离 $d_{i,j}$ 。然后根据最小二乘拟合原理, 可以确定一条曲线

$$D^*(t) = a_0 + a_1 t + \dots + a_M t^M,$$

使其与各已知离散点 $(t_{i,j}, d_{i,j})$ 偏差的平方和最小, 其中 M 为多项式的阶数。这样对于任一单炮记录 S_i 上的每一道, 都可根据其初至时间 $t_{i,j}$ 及逆时距曲线 $D^*(t)$, 计算出该道到炮点的距离:

$$D_{i,j} = D^*(t_{i,j}) = a_0 + a_1 t_{i,j} + \dots + a_M t_{i,j}^M,$$

则炮点的实际位置便可由下述迭代公式计算得出:

$$x_{s_i}^{(1)} = x_{R_i} + \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{D_{i,j}}{d_{i,j}^{(0)}} (x_{s_i}^{(0)} - x_{i,j}); \quad (1)$$

$$y_{s_i}^{(1)} = y_{R_i} + \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{D_{i,j}}{d_{i,j}^{(0)}} (y_{s_i}^{(0)} - y_{i,j}); \quad (2)$$

式中 x_{s_i}, y_{s_i} —— 炮点的 x 与 y 坐标;
 $x_{i,j}, y_{i,j}$ —— 接收点的 x 与 y 坐标;
 x_{R_i}, y_{R_i} —— 第 i 炮所有接收点的 x 与 y 坐标的平均值;

$d_{i,j}$ —— 输入炮点位置与接收点位置的距离。

可以证明, 式 (1)、(2) 是收敛的 (证明略), 而且即使初始值 x_{s_i} 和 y_{s_i} 偏差很大, 经几次或十几次迭代也能收敛到真值。

当野外炮点和检波点的位置同时偏离时, 只要大部分检波点的位置准确, 就可使炮点位置基本收敛到真值。对于存在地形高差起伏的情况, 如果只是短波长的静校正问题, 则一般不会影响炮点位置的准确收敛; 但当存在长波长静校正问题时, 则有可能使炮点位置收敛到一个错误的值。

4.2 经验估算法

在实际应用中, 我们可以根据初至拉平后单炮记录的初至时差, 直接估算炮点偏离的距离, 这是一种比较简单有效的方法。对于中间放炮的情况, 当炮点向一端偏近 x m, 则相当于远离另一端 x m, 则造成对两端的距离偏差为 $2x$ m。如果按炮点偏离后的位置进行校正, 对偏近的一端会校正不足, 而对偏远的一端则校正过量, 使校正后的初至成为台阶状 (图 3b)。我们从图 3b 离炮点较近的接收线即第 289~

336 道 (由图 2a 的初至时间可以看出), 读取两端的时差约为 47 ms, 根据线性初至拉平采用的地表速度 (此例为 1 700 m/s), 估算出炮点对两端的偏差距离约为 $47 \times 1\,700 / 1\,000 \approx 80$ m, 则炮点实际偏离的距离为 40 m。对于端点放炮的情况, 由于炮点偏离只对单边测线有影响, 故偏移的距离即为初至时差 \times 地表速度, (图 3c) 接收线两端初至时差约为 23 ms, 则校正距离为 $23 \times 1\,700 / 1\,000 \approx 39$ m。可以总结出如下校正规律: 校正方向为向初至偏小的一端校正, 中间放炮的校正量为初至时差 \times 地表速度 / 2, 端点放炮校正量为初至时差 \times 地表速度。图 3b、c 的炮点位置经向初至小的一端校正 40 m 后, 重新加载空间属性, 经线性初至拉平则会如图 3a 所示。当然, 经一次估算校正往往不能使所有炮点的初至被校正平, 有的可能会校正过量或不足, 则需要对这些炮重复校正。在勘探区存在长波长静校正问题时, 则应根据道头显示的地形信息或已了解的速度信息, 将这两种原因造成的初至时差减除, 再估算校正量。总之, 随着工作的熟练和经验的积累, 估算校正的精度和效率会大为提高。

5 应用实例及结论

根据上面介绍的炮点位置检查和校正的方法, 我们对几个区的实际地震资料进行了处理。在对安徽某区实际资料的处理中, 全区共约 1 800 炮, 其中 155 炮的炮点位置出现了或大或小的偏离, 偏差最小的有 2~3 m, 最大的达到 80 m, 图 4 为其校正前后的炮点位置图。在对另一勘探区资料的处理中, 由于首次没有对炮点位置进行检查校正, 导致最终的叠加剖面上出现了许多孤立断点, 有的明显与实际不符, 给成果解释带来困难。通过对该区资料进行逐炮检查, 在全区 4 000 多炮记录中, 对其中 200 多炮

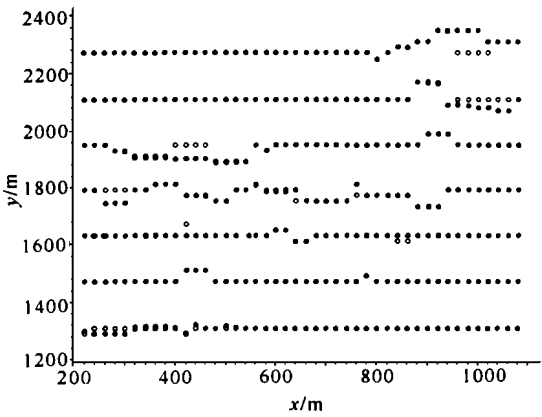


图 4 安徽某区校正前后炮点位置图 (局部)
●——实际的炮点位置; ○——偏离的炮点位置

文章编号: 1001-1986(2001) 05-0052-04

无线电波坑透探测在大同煤田的应用研究

李兰亭, 侯吉祥 (大同煤矿集团公司, 山西 大同 037003)

摘要: 通过大同煤田大量的坑透探测工作, 总结了断层、陷落柱在坑透中的曲线特征, 并例举分析了测区坑透资料及采后验证情况。实践证明, 坑透探测必须经过大量的验证工作总结经验, 才能使此技术在大同煤田得到准确的应用。

关键词: 坑透探测; 断层; 陷落柱

中图分类号: P631.3⁺22 **文献标识码:** A

1 引言

地质构造, 尤其是矿井小型构造, 是影响矿井正常生产的主要因素。特别是在综采工作面遇到小构造, 如果巷道没有揭露, 而且隐伏在工作面内, 则会导致综采停产搬家, 影响矿井产量, 造成巨大浪费。因此, 对小构造的预测, 是摆在地质工作者面前的一大难题。进入 90 年代, 坑透探测在大同煤田正式应用。经过大量的理论和实践工作认为, 利用坑透仪探测综采工作面的构造, 是非常经济有效的一种物探手段。

2 方法原理

电磁波在地下岩层中传播时, 由于各种岩矿石电性(电阻率 ρ 、介质常数 ϵ 等) 不同, 它们对电磁波能量吸收有一定的差异, 电阻率低的岩矿石具有较大的吸收作用。另外, 伴随着断裂构造所出现的界面, 对电磁波产生折射、反射等作用, 也会造成电磁波能量的损耗。因此, 如果在发射机与接收机之间, 电磁波穿越煤层的途径中, 存在着与煤层电性不同的良导体, 如陷落柱、断层、火成岩体、厚层夹石等地质构造, 电磁波能量就会被其吸收或完全屏蔽, 信号

收稿日期: 2001-01-08

作者简介: 李兰亭(1966—), 女, 河北容城县人, 工程师, 地球物理勘探。

显著的炮点位置进行了修正。经重新处理, 原来的一些孤立断点基本消除, 小断层的反映也更清晰, 取得良好效果。

总之在野外施工中, 要摒除炮点、检波点位置偏差十几米不影响叠加的错误观点, 力求每一个炮点检波点的位置布设尽量准确。在内业处理上, 由于从野外测量定线、钻井施工到最终输入计算机建立空间属性之间毕竟有多个环节, 受地形、设备、人员疏忽等因素影响, 个别炮点位置出现偏离是难免的。因此在进行地震资料处理之前, 必须对单炮记录进行认真的逐炮检查, 确定出炮点位置有所偏离的点, 然后在排除地形影响和速度区域变化影响的基础上,

对炮点位置进行校正, 之后再行其他处理。只有这样才能保证较好的勘探效果, 提高地震勘探的精度。

参考文献

- [1] 李万万, 李章明. 用大炮初至时间确定炮点和检波点位置的方法[C]. 科技论文选编, 石油地球物理勘探局, 1993.
- [2] 李鸣社. 地震勘探资料数字处理[M]. 中国矿业大学出版社, 1989.
- [3] 李庆忠. 走向精确勘探的道路[M]. 北京: 石油工业出版社, 1994.
- [4] 朱儒楷. 高等工程数学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1993.

Influence of shot position's deviation on stacking and correcting methods

WANG Hui, LIU Tian-fang

(College of Mineral Resource & Environment Sciences, CUMT, Xuzhou 221008, China)

Abstract: In the process of seismic exploration, because of the terrain, facility, personnel's carelessness and other factors, some recorded shot positions inevitably deviate from its real sites. Not only do harm for static correction and NMO, but also affect gathering and stacking seriously. It compounds signals from different reflection points and results in false conclusions. The influence of shot position's deviation on the seismic data stacking accuracy is analyzed here, and also introduces some methods on shot position check and correction. It is helpful for refined seismic data processing.

Key words: seismic data processing; shot; stack; position correcting